

THE EFFECTIVENESS OF E-LAB TO IMPROVE GENERIC SCIENCE SKILLS AND UNDERSTANDING THE CONCEPT OF PHYSICS

KEEFEKTIFAN E-LAB UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN GENERIK SAINS DAN PEMAHAMAN KONSEP FISIKA

J. Siswanto^{1*}, J. Saefan¹, Suparmi², Cari²

¹Program Studi Pendidikan Fisika Universitas PGRI Semarang, Indonesia

²Jurusan Fisika Universitas Sebelas Maret Surakarta, Indonesia

Diterima: 12 Oktober 2015. Disetujui: 28 Desember 2015. Dipublikasikan: Januari 2016

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini yaitu: (1) menyelidiki efektivitas E-Lab untuk meningkatkan keterampilan generik sains dan pemahaman konsep mahasiswa; dan (2) menyelidiki pengaruh keterampilan generik sains terhadap pemahaman konsep mahasiswa setelah dilakukan pembelajaran dengan menggunakan E-Lab. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pre-experimental dengan desain one group pretest-posttest. Subjek penelitian adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas PGRI Semarang, dengan metode pengambilan sampel penelitian secara random. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) pembelajaran menggunakan E-Lab efektif untuk meningkatkan keterampilan generik sains mahasiswa; dan (2) Keterampilan generik sains berpengaruh positif terhadap pemahaman konsep mahasiswa pada materi efek fotolistrik, efek Compton, dan difraksi elektron.

ABSTRACT

The aimed of this study are: (1) investigate the effectiveness of E-Lab to improve generic science skills and understanding the concepts of physics; and (2) investigate the effect of generic science skills towards understanding the concept of students after learning by using the E-Lab. The method used in this study is a pre-experimental design with one group pretest-posttest. Subjects were students of Physics Education in University PGRI Semarang with method random sampling. The results showed that: (1) learning to use E-Lab effective to increase generic science skills of students; and (2) Generic science skills give positive effect on student conceptual understanding on the material of the photoelectric effect, Compton effect, and electron diffraction.

© 2016 Jurusan Fisika FMIPA UNNES Semarang

Keywords: laboratorium elektronik (E-Lab), generic science skills, concept understanding.

PENDAHULUAN

Proses pembelajaran Fisika di perguruan tinggi akan menjadi efektif jika menekankan proses. Kualitas proses yang baik, akan menentukan hasil belajar. Dalam rangka meningkatkan kualitas proses pembelajaran fisika,

upaya yang dapat dilakukan adalah pembelajaran dengan menggunakan laboratorium. Sesuai dengan pernyataan Samsudin, dkk., (2012) bahwa melalui kegiatan laboratorium dapat melatih sikap ilmiah peserta didik dalam memahami konsep pelajaran.

Praktikum menjadi sangat penting dalam rangka mendukung pembelajaran dan memberikan penekanan pada aspek proses. Hal ini didasarkan pada tujuan pembelajaran sebagai

*Alamat Korespondensi:

Jl. Sidodadi Timur Nomor 24 - Dr. Cipto Semarang
E-mail: jokosispgri@gmail.com

proses yaitu meningkatkan kemampuan berpikir. Selain itu juga dalam pembelajaran fisika penting untuk meningkatkan keterampilan generik sains. Keterampilan generik yang dapat dimunculkan melalui pembelajaran fisika yaitu pengamatan langsung, pengamatan tidak langsung, kesadaran akan skala besaran, kemampuan menggunakan bahasa simbolik, kemampuan berpikir dalam kerangka taat azas, kemampuan inferensi logika, kemampuan memahami hukum sebab akibat, kemampuan membuat model matematik, dan kemampuan membangun konsep abstrak. (Brotosiswoyo, 2001).

Melalui keterampilan generik sains, mahasiswa akan terbiasa berpikir ilmiah yang menunjang pemahaman konsep. Pemahaman konsep sangat penting bagi setiap orang. Menurut Ibrahim (2012), bahwa betapa pentingnya memahami konsep yang dapat dilihat dari dicantumkan pada pemahaman konsep pada kurikulum setiap jenjang pendidikan. Menurut Bloom dalam Anderson, *et al.*, (2001) ada tujuh indikator yang dapat dikembangkan dalam tingkatan proses kognitif pemahaman. Indikator tersebut antara lain interpretasi, mencontohkan, mengklasifikasikan, menggeneralisasikan, inferensi, membandingkan dan menjelaskan.

Kondisi yang berbeda akan dijumpai apabila sarana laboratorium penunjang pembelajaran fisika belum memadai. Konsekuensinya perkuliahan menjadi terkendala, karena salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan kegiatan laboratorium yaitu kelengkapan alat dan bahan praktikum, ruang dan tenaga teknis.

Selain sarana laboratorium, karakteristik materi ajar juga mempengaruhi keberhasilan proses pembelajaran. Konsep-konsep yang abstrak juga memerlukan alternatif agar kegiatan praktikum tetap dapat dilakukan. Seperti

perkuliahan fisika modern, sebagian besar materinya bersifat abstrak dan banyak perhitungan matematika.

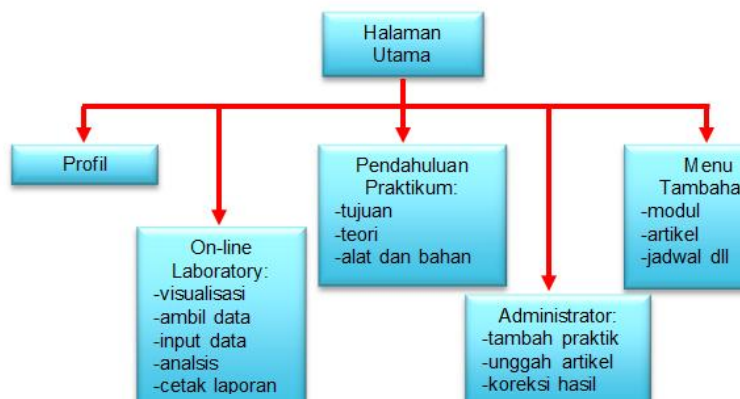
Salah satu solusi yang diambil adalah dengan mengembangkan media pembelajaran. Menurut Santyasa (2007) media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan (bahan pembelajaran), sehingga dapat merangsang perhatian, minat, pikiran, dan perasaan siswa dalam kegiatan belajar untuk mencapai tujuan belajar. Dalam proses pembelajaran, media memiliki fungsi sebagai pembawa informasi dari sumber menuju penerima. Media pembelajaran dapat berupa *hardware* maupun *software* yang digunakan untuk membantu proses pembelajaran.

Media pembelajaran yang sesuai dengan penjelasan di atas adalah *virtual laboratory*. Mahanta dan Sarma (2012) menyatakan bahwa laboratorium virtual memanfaatkan komputer untuk memvisualisasikan sesuatu yang rumit, perangkat percobaan yang mahal atau mengganti percobaan di lingkungan berbahaya. Menurut Cengiz (2010) laboratorium virtual dapat menyelesaikan masalah yang dihadapi terkait peralatan laboratorium yang kurang memadai dan memberikan kontribusi dalam mencapai tujuan pembelajaran.

Berdasarkan di atas, telah dikembangkan Elektronik Laboratorium (E-Lab) (Siswanto dkk., 2014). Desain E-Lab dinyatakan dalam Gambar 1.

E-Lab memiliki menu praktikum yang didalamnya terdiri dari dasar teori, petunjuk praktikum, dan *virtual lab*. Melalui *virtual lab*, dapat dilakukan praktikum secara *on-line*. Data hasil praktikum yang didapatkan secara otomatis dapat terekam, yang selanjutnya dapat dianalisis dan dibuat grafiknya, dan kemudian dicetak sebagai laporan hasil praktikum.

Penggunaan E-Lab berbasis data ma-



Gambar 1. Desain E-Lab



Gambar 2. Halaman awal



Gambar 3. Halaman on-line laboratory (virtual lab)

hasiswa. Mahasiswa dapat menggunakan E-Lab jika mahasiswa terdaftar sebagai peserta mata kuliah (menggunakan nomor induk mahasiswa). Contoh tampilan halaman E-Lab dapat dilihat pada Gambar 2, 3, dan 4.

Pada penelitian ini, E-Lab diimplementasikan pada perkuliahan Fisika Modern pada materi efek fotolistrik, efek Compton, dan difraksi elektron. Materi tersebut dipilih karena untuk membantu mahasiswa dapat memahami konsep-konsep yang abstrak. Dengan mengimplementasikan E-Lab, ada beberapa tujuan yang akan dicapai. Tujuan penelitian ini yaitu:

(1) mengkaji efektifitas E-Lab untuk meningkatkan keterampilan generik sains dan pemahaman konsep mahasiswa; dan (2) mengkaji pengaruh keterampilan generik sains terhadap pemahaman konsep mahasiswa setelah dilakukan pembelajaran dengan menggunakan E-Lab.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *pre-experimental* dengan desain *one group pretest-posttest* (Cres-

Menu mahasiswa

- EFEK FOTOLISTRIK (EFL)**
 - Pendahuluan
 - Dasar Teori
 - Virtual Lab
 - [Input Data]
 - [cetak laporan]
 - [grafik EFL]
 - [ubah password]
- DIFRAKSI ELEKTRON**
 - Pendahuluan
 - Dasar Teori
 - Virtual Lab
- Efek Compton**
 - Pendahuluan
 - Dasar Teori
 - Virtual Lab
 - [input data]
 - [cetak laporan]
 - [grafik compton]
 - [ubah password]

Kumpulan Artikel

RADIASI BENDA HITAM
19-08-14 09:21:31 dilihat: 26 kali
Fenomena efek fotolistrik
19-08-14 09:17:56 dilihat: 13 kali

E-lab Pendidikan Fisika

Tabel data pengamatan praktikum NPM 11330001

masukkan data hasil pengamatan praktikum pada kolom dibawah ini!

Nama Logam:

Fungsi Kerja (eV):

No	Frekuensi (Hz)	Energi Kinetik (J)	h (J.s)
1			
2			
3			
4			
5			

catatan : Form data tidak boleh kosong, tanda koma (,) desimal diinput dengan titik (.)

Data yang Pernah Diambil NPM 11330001

NO	TANGGAL KIRIM	WAKTU KIRIM	JENIS LOGAM	FUNGSI KERJA LOGAM	FREKUENSI CAHAYA	ENERGI KINETIK	PLANCK
1	22-06-15	14:02:06	Kalium	2.2 eV	233 (Hz)	323 J	433 J.s
2	22-06-15	14:02:06	Kalium	2.2 eV	343 (Hz)	432 J	323 J.s
3	22-06-15	14:02:06	Kalium	2.2 eV	323 (Hz)	323 J	3234 J.s
4	22-06-15	14:02:06	Kalium	2.2 eV	213 (Hz)	2323 J	3323 J.s

Gambar 4. Halaman analisis dan cetak data

well, 2009), seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian

Pretest	Treatment	Posttest
O	X1	O

Keterangan:

O : tes keterampilan generik sains dan pemahaman konsep

X1 : Pembelajaran menggunakan E-Lab

Subjek penelitian dalam penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas PGRI Semarang semester IV tahun akademik 2014/2015. Subjek penelitian dipilih secara acak berjumlah 36 mahasiswa. Treatment yang diberikan kepada subyek adalah pembelajaran menggunakan E-Lab pada materi efek fotolistrik, efek Compton, dan difraksi elektron.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan tes. Sebelum dilaksanakan pembelajaran menggunakan E-Lab, mahasiswa diberikan tes keterampilan generik sains dan pemahaman konsep, begitu juga setelah dilakukan pembelajaran. Instrumen tes keterampilan generik sains dibuat untuk indikator pengamatan tak langsung, kesadaran skala besar, bahasa simbolik, inferensi logika, hukum sebab akibat, pemodelan matematika, dan membangun konsep. Instrumen tes pemahaman konsep dibuat untuk indikator interpretasi, mencontohkan, mengklasifikasi, menggeneralisasi, inferensi, membandingkan, dan menjelaskan.

Analisis data kuantitatif untuk peningkatan keterampilan generik sains dan pemahaman konsep sebelum dan sesudah pembelajaran dihitung dengan gain score:

Hasil perhitungan selanjutnya dibuat kategori, sebagai berikut :

Tinggi : 0,7

Sedang :

Rendah : (Hake, 1999).

Data yang diperoleh dari penilaian keterampilan generik sains dan pemahaman konsep, selanjutnya dilakukan analisis korelasional. Analisis ini digunakan untuk mengetahui apakah peningkatan keterampilan generik sains berkorelasi terhadap peningkatan pemahaman konsep mahasiswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembelajaran fisika menggunakan E-Lab pada penelitian ini memiliki tahapan: 1) orientasi penggunaan E-Lab; 2) pemberian tugas; 3) presentasi dan diskusi; dan 4) refleksi. Pada tahap orientasi penggunaan E-Lab, mahasiswa dikenalkan dengan E-Lab dan diajarkan cara penggunaannya. Setelah itu, mahasiswa diorientasikan untuk menggunakan E-Lab dalam mengawali perkuliahan untuk mendapatkan pengalaman awal terhadap prosedur dan konsep yang akan dipelajari. Pada tahap berikutnya yaitu memberikan tugas melalui praktikum untuk mendapatkan data dan membuat laporan. Hasil praktikum selanjutnya dipresentasikan dan didiskusikan di kelas den-

gan dibimbing oleh dosen pada tahap presentasi dan diskusi. Pada tahap refleksi mahasiswa dengan bimbingan dosen merefleksikan tugas yang telah dilakukan dan hasil diskusi untuk mendapatkan pemahaman.

Tes keterampilan generik sains dan pemahaman konsep dilakukan sebelum dan sesudah pembelajaran dengan menggunakan E-Lab. Hasil tes tersebut dinyatakan dalam tabel 2, 3, 4, dan 5.

Setiap indikator keterampilan generik sains mengalami peningkatan, namun den-

gan kategori yang berbeda yaitu rendah dan sedang. Peningkatan dengan kategori rendah pada indikator pengamatan tak langsung dan kesadaran skala besaran. Sedangkan peningkatan dengan kategori sedang pada indikator bahasa simbolik, inferensi logika, hukum sebab akibat, pemodelan matematika, dan membangun konsep.

Pada pembelajaran fisika menggunakan E-Lab, diawali dengan pengenalan E-Lab dan diajarkan cara penggunaannya, dan diberikan tugas praktikum. Inilah yang menyebabkan pe-

Tabel 2. Rerata Skor <g> Keterampilan Generik Sains Mahasiswa

Indikator	Sebelum	Sesudah	<g>	Kategori
Pengamatan tak langsung	55,56	64,81	0,21	Rendah
Kesadaran skala besaran	63,89	70,37	0,18	Rendah
Bahasa simbolik	68,52	79,63	0,35	Sedang
Inferensi logika	48,15	67,59	0,38	Sedang
Hukum sebab akibat	58,33	78,70	0,49	Sedang
Pemodelan matematik	49,07	68,52	0,38	Sedang
Membangun konsep	51,85	69,44	0,37	Sedang
Rerata	56,48	71,30	0,34	Sedang

Tabel 3. Kategori Keterampilan Generik Sains Mahasiswa

Keterampilan Generik sains		
Kategori	Sebelum	Sesudah
Rendah	52,78%	27,78%
Sedang	47,22%	66,67%
Tinggi	0%	5,56%

Tabel 4. Rerata Skor <g> Pemahaman Konsep Mahasiswa

Indikator	Sebelum	Sesudah	<g>	Kategori
Interpretasi	42,86	58,33	0,27	Rendah
mencontohkan	38,00	48,15	0,16	Rendah
Mengklasifikasi	67,86	83,33	0,48	Sedang
Menggeneralisasikan	56,25	77,59	0,49	Sedang
Inferensi	61,76	62,96	0,03	Rendah
Membandingkan	52,00	65,00	0,27	Rendah
Menjelaskan	50,00	56,25	0,13	Rendah
Rerata	52,68	64,52	0,26	Rendah

Tabel 5. Kategori Pemahaman Konsep Mahasiswa

Pemahaman Konsep		
Kategori	Sebelum	Sesudah
Rendah	19,44%	8,33%
Sedang	66,67%	69,44%
Tinggi	13,89%	22,22%

ningkatan setiap indikator keterampilan generik sains. Pengamatan tak langsung merupakan pengamatan menggunakan alat bantu dan kesadaran skala merupakan kesadaran besaran fisika baik makro maupun mikro. Kedua indikator ini mengalami peningkatan dengan kategori rendah dikarenakan praktikum dilakukan secara virtual dan skala besaran yang sudah tersedia. Pada praktikum, mahasiswa menggunakan alat bantu virtual. Mahasiswa tidak melakukan konversi besaran hasil pengamatan karena sudah tersedia, sehingga kurang melatih mahasiswa dalam pengamatan tak langsung dan pengetahuan terkait dengan kesadaran skala besaran.

Pada tahapan pembelajaran selanjutnya yaitu presentasi dan diskusi hasil praktikum, kemudian dilanjutkan refleksi. Tahapan-tahapan ini dapat meningkatkan indikator bahasa simbolik, inferensi logika, hukum sebab-akibat, pemodelan matematika, dan membangun konsep. Peningkatan indikator bahasa simbolik karena mahasiswa akan belajar menyebutkan simbol-simbol yang digunakan pada materi pada saat presentasi dan diskusi. Mahasiswa juga menginferensi logika hasil pemikirannya yang dituangkan dalam laporan praktikum, membuat hubungan sebab-akibat antar variabel, dan membuat pemodelan matematika dan menyampaikannya pada sesi presentasi dan diskusi. Tahap refleksi menjadi tahap untuk membangun pemahaman atas materi yang telah dipelajari melalui tugas praktikum dan diskusi dalam kelas yang dibimbing oleh dosen.

Secara rerata keterampilan generik sains mahasiswa meningkat dari 56,48 menjadi 71,30 setelah dilakukan pembelajaran dengan menggunakan E-Lab. Perhitungan dengan *gain score* menunjukkan peningkatan tersebut sebesar 0,34 dengan kategori rendah.

Dengan melihat hasil tersebut di atas, E-Lab memberikan pengaruh terhadap peningkatan keterampilan generik sains mahasiswa. Hal ini dikarenakan pembelajaran dengan E-Lab memfasilitasi mahasiswa untuk melakukan praktikum dengan kegiatan yang melibatkan pengamatan tak langsung, menggunakan skala besaran, bahasa simbolik, inferensi logika, hukum sebab akibat, pemodelan matematika, dan memfasilitasi membangun konsep. Ini menunjukkan bahwa kompetensi generik diturunkan dari keterampilan proses melalui praktikum dengan cara memadukan keterampilan tersebut dengan komponen-komponen konsep atau prinsip pada materi yang dipelajari. Selain itu, hasil penelitian ini juga memberikan penjela-

san bahwa keterampilan generik mudah dipahami dan dilaksanakan. Artinya bahwa, kegiatan praktikum *on-line* menunjang keterampilan generik sains mahasiswa. Menurut Martinez, *et al.*, (2011) laboratorium virtual memberikan kemungkinan siswa memvisualisasikan dan berinteraksi dengan fenomena yang akan mereka alami jika melakukan percobaan di laboratorium nyata. Didukung juga oleh Dobrzanski dan Honysz (2011); Tatli dan Ayas, (2012) bahwa laboratorium virtual sebagai faktor pendukung untuk memperkaya pengalaman dan memotivasi siswa untuk melakukan percobaan secara interaktif dan mengembangkan aktivitas keterampilan bereksperimen. Keterampilan bereksperimen inilah yang juga menunjang keterampilan generik sains.

Hasil tes pemahaman konsep mahasiswa untuk materi efek fotolistrik, efek Compton dan difraksi elektron juga mengalami peningkatan. Secara rerata pemahaman konsep mahasiswa meningkat dari 52,68 menjadi 64,52. Berdasarkan perhitungan dengan *gain score*, peningkatan tersebut sebesar 0,26 dengan kategori rendah. Pada tabel 4, dapat diketahui bahwa setiap indikator pemahaman konsep mengalami peningkatan dengan kategori rendah dan sedang. Hasil tes menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman konsep mahasiswa setelah dilakukan pembelajaran dengan menggunakan E-lab tertinggi pada indikator mengklasifikasi dan menggeneralisasikan.

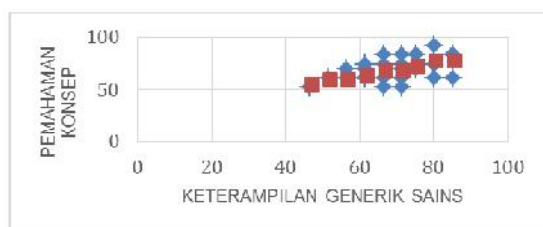
Peningkatan pemahaman konsep melalui penggunaan media komputer dalam penelitian ini senada dengan hasil penelitian Dorneles *et al.*, (2010), tentang pembelajaran rangkaian listrik sederhana pada siswa yang bekerja dengan pemodelan komputer dan simulasi, yang hasilnya menyimpulkan bahwa pembelajaran dengan pemodelan komputer dan simulasi berkontribusi pada kinerja yang baik dan pembelajaran yang bermakna bagi siswa. Didukung juga hasil penelitian Tolga (2011) tentang efektivitas simulasi komputer pada pembelajaran mahasiswa pendidikan fisika, yang menyimpulkan bahwa simulasi komputer memberikan efek yang positif terhadap pemahaman konsep fisika mahasiswa. Senada dengan hasil penelitian Sarabando *et al.*, (2014), bahwa penggunaan simulasi komputer memiliki keuntungan pada pemahaman konsep namun tergantung pedagogi guru, dan penelitian Pfefferova (2015), yang menyimpulkan bahwa penggunaan simulasi komputer membantu pemahaman siswa menjadi lebih baik pada materi gerak osiasi. Ini semakin memperkuat

bahwa media komputer yang dalam penelitian ini adalah E-Lab efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa.

Hasil tes keterampilan generik sains dan pemahaman konsep, selanjutnya dilakukan analisis regresi untuk mengetahui apakah keterampilan generik berpengaruh terhadap pemahaman konsep mahasiswa. Rekap hasil analisis dinyatakan dalam Tabel 5 dan Gambar 6.

Tabel 6. Analisis Regresi dengan $\alpha = 5\%$

	Coeff	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	26,968	12,147	2,220	0,033
Keterampilan generik sains	0,599	0,168	3,548	0,001



Gambar 6. Grafik regresi

Hasil analisis regresi dengan menggunakan taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ pada tabel 6, didapatkan bahwa $p\text{-value} \leq 0,05$. Dari hasil tes-ebut menunjukkan bahwa ada pengaruh positif yang signifikan keterampilan generik sains terhadap pemahaman konsep mahasiswa. Maka, ini dapat menjadi temuan bahwa untuk meningkatkan pemahaman konsep dapat dimulai dari peningkatan keterampilan generik sains.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa: 1) Pembelajaran menggunakan E-Lab efektif untuk meningkatkan keterampilan generik sains mahasiswa; 2) Keterampilan generik sains berpengaruh positif terhadap pemahaman konsep mahasiswa pada materi efek fotolistrik, efek Compton, dan difraksi elektron.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L.W., & Krathwohl, D.R., (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy*. New York: Longman Publishing.
- Brotsiswoyo, B.S. (2001). *Hakekat Pembelajaran MIPA di Perguruan Tinggi*. Jakarta: PAU-PPAI Dirjen Dikti Depdiknas.
- Cengiz, T. (2010). The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2 (1): 37–53.
- Creswell, J.W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches-3rd ed.* Los Angeles : SAGE Publications, Inc.
- Dobrzanski, L. A., & Honysz, R. (2011). Virtual examinations Of alloying elements influence on alloy structural steels mechanical properties. *Journal of Achievements in Mechanical and Materials Engineering*, 49 (2), 251–258.
- Dorneles, P.F.T., Veit, E. A., & Moreira, M. A.. (2010). A study about the learning of students who worked with computational modeling and simulation in the study of simple electric circuits. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 569-595
- Hake R. R. (1999). Analyzing Change/Gain Score. American Educational Research Association's Division Measurement and Research Methodology. <http://Lists.Asu.Edu/Egi-Bin> (12 Januari 2012)
- Ibrahim, M. (2012). *Konsep, Miskonsepsi dan cara Pembelajarannya*. Surabaya: Unesa University Press
- Kutluca, T. (2010). Investigation of Teachers' Computer Usage Profiles and Attitudes toward Computers. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2 (1), 81-97.
- Mahanta, A., & Sarma, K.K. (2012). Online Resource and ICT-Aided Virtual Laboratory Setup. *International Journal of Computer Applications*, 52 (6), 44-48.
- Martinez, G., Francisco, L., Naranjo, Angel, L., Perez, Suero, M. I., & Pardo, P. J. (2011). Comparative study of the effectiveness of three learning environments: Hyper-realistic virtual simulations, traditional schematic simulations and traditional laboratory. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 7 (2): 1-12.
- Pfefferova, M. S., (2015). Computer Simulations and their Influence on Students' Understanding of Oscillatory Motion. *Informatics in Education*, 14 (2), 279–289
- Samsudin, A., Suhendi, E., Efendi, R., & Suhandi, A. (2012). Pengembangan "Cels" dalam Eksperimen Fisika Dasar untuk Mengembangkan Performance Skills dan Meningkatkan Motivasi Belajar Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8 (1), 15-25.
- Santya, I. W. (2007). Landasan Konseptual Media Pembelajaran. *Makalah Workshop Media Pembelajaran bagi Guru-Guru SMA Negeri Banjar Angkan*. Tanggal 10 Januari 2007 di Banjar Angkan Klungkung
- Sarabando C., Cravino J. P., & Soares, A. A. (2014). Contribution of a computer simulation to

- students' learning of the physics concepts of weight and mass . *Procedia Technology*. 13,112–21
- Siswanto, J., Saefan, J., Suparmi, Cari. (2014) *Pengembangan E-Lab Teori Kuantum Radiasi Elektromagnetik untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains dan Pemahaman Konsep Mahasiswa*. (Unpublished Research Report). Universitas PGRI Semarang, Semarang.
- Tatli, Z., & Ayas, A. (2012). Virtual Chemistry Laboratory: Effect of Constructivist Learning Environment. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 13 (1), 183–199.
- Tolga GOK. (2011). The Effects of the Computer Simulations on Students' learning In physics education. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*. 2 (2), 104-116
- Wijaya, A.F.C., & Ramalis, T.R. (2012). Collaborative Ranking Tasks (CRT) berbantuan E-learning untuk meningkatkan keterampilan Generik sains mahasiswa calon guru Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8 (2), 144-151